

ANATOMIA DAS MADEIRAS (*)

Atendendo ao convite com que me honrou o Diretório Acadêmico da E. N. A., venho dizer-vos algumas palavras sôbre o assunto que, há quase 18 anos, tem sido objeto assíduo de minhas cogitações e pesquisas, através da dispersão de esforços que nos impõem, aqui no Brasil, as vicissitudes da função pública, a carência de especialistas e as exigências do nosso próprio temperamento.

Não é do meu intento fazer-vos uma exposição didática acêrca da anatomia das madeiras, a qual, para ser proveitosa, requereria tempo mais dilatado e demonstrações práticas numerosas; pretendo, apenas, realçar seus objetivos e suas relações com as demais ciências botânicas.

O reconhecimento microscópico das madeiras constitui inegavelmente a principal finalidade do seu estudo anatômico. Julgo desnecessário encarecer, perante vós, as vantagens decorrentes dessa verificação de identidade, para o comércio e a indústria. Vale recordar que, dentre numerosas madeiras, semelhantes pelo aspecto, somente uma ou duas se prestam, freqüentemente, a determinada aplicação: o exame anatômico representa o único recurso seguro para identificá-las, fornecendo a garantia de que necessitam vendedores e compradores, quanto à lisura da transação. Alguns exportadores mal-avisados da América do Sul (inclusive o Brasil) têm causado malefícios ao comércio madeireiro, perdendo para os respectivos países mercados estrangeiros promissores, com tentativas ingênuas de mistificação que poderiam ser frustradas se, nos pontos de embarque, fôsse exercida fiscalização baseada no exame anatômico. Ressalta ainda mais nítida a importância da autenticidade quando a madeira se destina à fabricação de aeroplanos, por exemplo, onde a segurança da vida humana depende das propriedades técnicas de determinada espécie vegetal.

(*) Conferência proferida no dia 1.º de Junho pelo Prof. Fernando Romano Milanez, dos Cursos de Aperfeiçoamento e Especialização.

Por ser o objeto fundamental da anatomia das madeiras, o reconhecimento microscópico foi também o mais forte estímulo à sua rápida evolução. Esta se inicia com os trabalhos de SÂNIO (século XIX), que visaram, em particular, a origem do câmbio e seu funcionamento, o lenho secundário das Coníferas (barras de Sânio) e dos Dicotilédones. No artigo publicado em 1863 na *Botanische Zeitung*, resumiu suas pesquisas anteriores sobre a constituição do lenho e apresentou uma tabela onde estavam consignadas as características anatômicas das madeiras de cerca de 170 espécies. Seguiram-se vários trabalhos, entre os quais merece destaque o de SOLEREDER (1885), sobre a estrutura das madeiras européias e de algumas tropicais, mais conhecidas. — A política colonial e o surto do comércio marítimo explicam o novo impulso recebido pela anatomia das madeiras, no princípio do presente século. Surgem descrições das essências coloniais, e especialmente o tratado de JANSSONIUS, *Mikrographie des Holzes*, em sete volumes (1906-36). Faltava-lhes, entretanto, uniformidade. A interpretação de certos fatos anatômicos variava com os autores, e os próprios termos de que se serviam nem sempre correspondiam aos mesmos conceitos. Estas, sabemos todos, são dificuldades próprias a qualquer ramo jovem das ciências naturais.

Para removê-las, fundou-se, em 1931, a Associação Internacional de Anatomistas da Madeira, que em pouco tempo conseguiu, por intermédio da Comissão de Nomenclatura, organizar um Glossário, depois traduzido para várias línguas, onde os termos e respectivos conceitos foram esclarecidos e fixados. Tão considerável foi a influência da Associação sobre o progresso da anatomia das madeiras que não me parece exagerado afirmar que com ela começa um novo período da sua história, — o da autonomia científica. — A partir de então, os especialistas usam a mesma linguagem, em descrições anatômicas comparáveis; os problemas que deparam são os mesmos, como idênticos, também, são os conceitos de que estão armados para resolvê-los.

Durante todo este período, destaca-se a figura ímpar do Professor RECORD, há pouco desaparecido. Foi ele um dos idealizadores da Associação, à qual serviu como Secretário-tesoureiro por oito anos. Pertence-lhe ainda, de pleno direito, o plano do Glossário, cuja redação iniciou, submetendo à comissão de Nomenclatura, de que era Presidente, uma lista de 108 termos e respectivos conceitos; já em 1932. — MIRANDA BASTOS e eu tivemos a honra de ser por ele incluídos entre os fundadores da Associação,

e elaboramos a versão portuguesa do Glossário. Temos publicado também, a partir de 1930, descrições anatômicas de várias espécies; ARANJA PEREIRA e CALVINO MAINIERI completam o pugilo de anatomistas do lenho, no Brasil.

Consideremos, agora, mais de perto o processo mesmo do reconhecimento anatômico das madeiras. Preliminarmente, convém precisar o sentido dêste último vocábulo. — Sua derivação do latim, *materia*, esclarece-lhe desde logo o significado primitivo, ainda hoje dominante, — de material dotado de propriedades técnicas gerais que o recomendam para determinados usos. Tais propriedades, decorrentes da transformação química das paredes celulosicas dos elementos, eram, também, as que caracterizavam, a princípio, o tecido complexo das plantas, denominado *lenho*: por isso, a referida transformação é conhecida como *lenhificação*. Com o progresso da histologia vegetal, o conceito de *lenho* tornou-se mais exato, e a natureza química das membranas celulares deixou de constituir caráter decisivo. Para compreendê-lo, basta recordar que a enorme maioria dos elementos do esclerênquima, inclusive do líber, apresenta paredes lenhificadas. Em compensação, a quantidade de lenhina pode ser mínima ou mesmo nula, em muitas regiões do lenho, nas madeiras leves e brancas de diversas famílias, entre as quais, Tiliáceas e Anonáceas.

Mais nitidamente ressaltarão as diferenças existentes entre as duas palavras à luz das considerações seguintes. Nos ginóspervas e dicotilédones de estrutura normal, conforme a posição de que são retiradas as tábuas de madeira do tronco, sua estrutura constará, apenas do lenho secundário, caso muito mais freqüente, ou compreenderá também os tecidos da medula e do lenho primário. Nas espécies de espessamento anômalo, como o “pau-d’alho”, virão inclusas, na massa do lenho, porções de líber secundário e de tecido parenquimatoso especial, chamado “conjuntivo”. Certos Monocotilédones também fornecem “madeira”, embora de importância comercial mínima: espécies de *Dracaena* e *Yuca* estão nesse caso; certas palmeiras igualmente podem ser aqui mencionadas. A estrutura dêsse material lenhoso, mesmo naquelas espécies monocotiledôneas onde provém do funcionamento do câmbio, trai sua verdadeira natureza, por isso que consta essencialmente de feixes mistos, líbero-lenhoso, imersos em tecido parenquimatoso.

Na prática, todavia, somente as madeiras de Coníferas e Dicotilédones merecem consideração. A medula e o lenho primário, que só raras vezes

se acham presentes, devem ser abandonados. O anatomista terá que se valer, portanto, apenas do lenho secundário, anotando o tipo e forma dos elementos, seu arranjo recíproco, sua freqüência e dimensões. Há, geralmente, quatro tipos de células nos Angiospermas (às vèzes três) e dois ou três nos Ginospermas. Em uns e outros podem ocorrer, também, canais secretores. A forma dos elementos pouco varia e raramente fornece caráter de valor. — O arranjo é particularmente variável e útil ao anatomista, quando se trata do parênquima longitudinal dos Dicotiledones; menos comumente, também o dos vasos constitui caráter diferencial. — A freqüência dos elementos pode ser avaliada numéricamente, tornando-se útil ao anatomista, no caso dos vasos e dos raios; quanto aos primeiros contam-se os que existem em determinada área do corte transversal; os últimos são computados nos cortes tangenciais. — Em todos os elementos, proporciona a mensuração indicações valiosas. Os dados numéricos, seja da micrometria, seja da avaliação da freqüência, devem ser manejados com cautela; em geral, só se mantêm relativamente constantes e comparáveis quando obtidos de camada do lenho secundário surgida 30 ou mais anos após o início do funcionamento do câmbio no tronco.

Estabelecidas essas preliminares, vejamos como se precede ao reconhecimento microscópico. Este compreende, na verdade, duas operações distintas, que muita vez se executam sucessivamente e, por isso mesmo, se confundem. — A mais simples — *identificação* — consiste, apenas, em verificar a autenticidade de certa madeira e é suficiente para efeitos de fiscalização. A verificação se faz pelo confronto de sua anatomia com a de amostra autêntica de uma coleção-padrão; observa-se primeiro à lupa, uma superfície cortada nitida, com lâmina afiada, em cada um dos três planos fundamentais: transversal, tangencial e radial. Nos casos de dúvida preparam-se lâminas microscópicas, cuja estrutura é cotejada com a das preparações da coleção, obtidas de espécimes autênticos. O microscópio comparador, que pode ser montado muito singelamente com dois microscópicos iguais, monoculares, de tubo reto e uma ocular comparadora, facilita extraordinariamente essa operação.

Muito mais difícil é a *determinação* que tem por fim decidir a que espécie pertence certa amostra de madeira; seus resultados devem ser sempre confirmados pela identificação. É fácil compreender que a complexidade da operação depende, diretamente, do número das plantas arbóreas entre as quais deve ser classificada a madeira. Enquanto se preocuparam com

as próprias espécies, pouco numerosas, não tiveram os técnicos dos países europeus e norte-americanos maior dificuldade em distingui-las; quando, porém, quiseram estender às essências coloniais o mesmo processo, foi necessário recorrer a métodos especiais. Estes interessam-nos sobretudo, de vez que possuímos, nas nossas matas, incalculável número de essências. Antes dêles procedia-se de maneira empírica: o técnico, na realidade “prático”, que constantemente lidava com a coleção de amostras, examinava o espécime em análise, comparandô-o com várias amostras que escolhera na coleção, guiando-se muito mais pela memória visual que pelos caracteres anatômicos. Muitas vèzes, essas tentativas não logravam êxito e era preciso repeti-las. À medida que crescia a coleção, é bem de ver, aumentavam as probabilidades de se conseguir a determinação; esta se tornava, porém, ao mesmo passo, extremamente penosa.

Imaginaram, então, os anglo-saxões um método “mecânico” de determinação. Tabelaaram os caracteres anatômicos qualitativos (tipo, conformação e arranjo) e quantitativos (comprimento, diâmetro e freqüência dos elementos), de modo a incluí-los em certo número de itens que admitiam somente duas interpretações: positiva ou negativa (sim ou não; presente ou ausente). Os resultados foram consignados em fichas de cartolina, cujas margens apresentam retângulos numerados, cada qual correspondendo a um item. No caso positivo, o retângulo respectivo é perfurado; no contrário, cortado ou eliminado.

Estudadas, microscòpicamente, as madeiras da coleção e feitas as respectivas fichas, são estas arrumadas em gavetas, de tal modo que se correspondam perfeitamente os retângulos homólogos e suas perfurações.

A determinação se processa de maneira muito simples. Assinalam-se os caracteres positivos da amostra examinada e colocam-se haste rígidas, através das perfurações correspondentes das fichas da coleção. E' mais cômodo usar uma só haste, sucessivamente. Levantando-a, teremos um grupo de fichas no qual a operação será repetida depois, com relação a outro caráter, e assim continuaremos até isolar uma só ficha que indicará a espécie. É óbvio que a haste, quando levantada, apenas suspende as fichas onde o caráter é positivo; assim se faz mecânicamente a eliminação das espécies que o não possuem. Por mais sedutor que se nos afigure, apresenta o método inconvenientes, alguns dos quais de imediata percepção. O mais evidente refere-se à confecção das fichas. Um especialista habilitado, executando apenas êsse trabalho, necessitará de dois dias para realizá-lo em



cada ficha. Admitindo-se, para o nosso caso, um número de 2.000 espécies, o prazo para a ultimação do fichário seria de 13 anos, segundo cálculos otimistas. E' claro que êsse obstáculo poderia ser removido, ao menos teòricamente, aumentando-se o número de especialistas. Nesta emergência, porém, manifestar-se-ia a maior desvantagem do método. Com o fito de tornar possível a distinção entre grande número de espécies, multiplicaram-se os itens, fazendo-se apêlo a caractéres cuja apreciação depende, em larga margem, do coeficiente pessoal. Dêsse modo, as fichas elaboradas por dois ou mais técnicos não seriam exatamente comparáveis.

Provavelmente, pelas razões expostas, êsse método não alcançou o êxito que se previra. Nos Estados-Unidos, sobretudo, valeram-se os anatomistas de outro recurso — as "chaves" anatômicas. Destas, que resultaram da aplicação à microscopia das madeiras do método usado pelos sistematas na organização de "chaves" ou classificações artificiais, já se haviam socorrido muitos, inclusive nós, para a distinção anatômica entre madeiras do mesmo gênero ou de vários gêneros de uma família.

RECORD e HESS, iniciadores dêsse movimento, elaboraram até hoje 20 "chaves", tomando como ponto de partida um caráter pouco freqüente e de fácil interpretação. As madeiras que o possuem são, em seguida, classificadas artificialmente, segundo o modelo dicotômico, com o auxílio de todos os caracteres anatômicos disponíveis. E' de prever que várias madeiras permaneçam fora das chaves por não possuírem qualquer dêsses caractéres especiais; para elas serão organizadas, então, novas chaves baseadas nos caracteres comuns, factíveis depois que grande número de espécies forem afastadas.

Para o Brasil, parece-me, ser êste o método mais indicado. Nossa tarefa será mais fácil que a dos citados anatomistas americanos, porque estudaremos, apenas, as essências do país, ao passo que êles se preocuparam com as de tôda a América; além disso, ser-nos-á útil a sua experiência, através dos trabalhos que têm dado à publicidade. Nossa tarefa preliminar será, porém, a de reunir maior cópia de amostras autênticas, isto é, acompanhadas de material botânico que permita sua determinação exata. A coleção do Serviço conta, por enquanto, 1.760 amostras, com cêrca de 900 espécies brasileiras diferentes e autênticas.

Os outros objetivos do estudo anatômico do lenho, que passaremos em revista, refletem suas relações com as demais ciências botânicas.



Convém referir, de passagem, as relações, de si mesmas evidentes, entre a anatomia do lenho e a botânica sistemática. Se aquela se vale constantemente desta sua irmã mais velha, para autenticar as observações, em compensação muitos estudos anatômicos do lenho têm surgido ultimamente com o fim precípua de elucidar pontos obscuros da sistemática. E, aliás, ponto passivo da chamada “moderna sistemática”, que as conclusões das várias ciências afins, entre as quais ocupa lugar de destaque a anatomia, importam consideravelmente na solução das questões taxionômicas; esta deve corresponder, de certo modo, à síntese daquelas conclusões parciais. Não insisterei, pois, neste assunto.

A indagação da natureza e afinidades dos fósseis vegetais constitui um dos campos mais promissores da anatomia do lenho, máxime no Brasil, onde está quase inexplorado. Cumpre assinalar, a propósito, e o faço com o maior júbilo, o movimento de entusiasmo que atualmente se esboça, por este difícil ramo das Ciências Naturais, em alguns jovens pesquisadores patrióticos, discípulos e continuadores de EUSEBIO DE OLIVEIRA e MATIAS ROXO.

A partir de BROGNIART, que é considerado o fundador da Paleofitologia, com suas memórias — *Sur la Classification et la Distribution des Végétaux Fossiles* (1822) e *Histoire des Végétaux Fossiles*, (1828) — a morfologia, incluindo a pesquisa anatômica, tem sido uma das vias mais seguras da investigação paleobotânica. Inaugurou-a WITMAN em 1833, com um estudo sobre a estrutura interna dos vegetais fósseis do carbonífero da Grã-Bretanha, já que o trabalho de BROGNIART, sobre a anatomia microscópica de *Sigillaria elegans*, somente apareceu em 1839. Aos nomes desses dois ilustres naturalistas devemos acrescentar os de CORDA e WILLIAMSON, para completar a relação dos mais representativos da anatomia dos vegetais fósseis no século XIX.

São bem conhecidos os dois tratados básicos, sobre este assunto, surgidos no começo do presente século — “*Studies in Fossil Botany*” de SCOTT e “*Fossil Plants*” de SEWARD. Da mesma época são as pesquisas de JEFFREY; seu trabalho — “*Anatomy of Woody Plants*”, (1917) parece-me de especial significação, por terem sido aí considerados, em conjunto, os traqueófitos atuais e extintos, e lançados os fundamentos da anatomia comparada vegetal sob o prisma da teoria da evolução.

Numerosas descrições anatômicas de fósseis têm sido publicadas neste século e, já em 1934, era possível a ELISE HOLFMANN organizar uma *Palaeohistologie der Pflanze*.



Se é certo que condições excepcionais de fossilização permitiram a preservação integral do arcabouço celulósico dos tecidos mais comumente, sem dúvida, só as paredes lenhificadas lograram resistir à decomposição, como nas madeiras petrificadas, nos lenhitos, etc. Assumi, desse modo, a estrutura lenhosa, na paleontologia vegetal, o mesmo papel relevante que o sistema ósseo, na animal, e análogamente ao que sucedeu nesta última com o citado sistema, foi o lenho estudado com particular atenção, sobretudo do ponto de vista da anatomia comparada e da filogenia. Essas pesquisas foram realizadas, quase sempre, sem conexão com as que visaram o simples reconhecimento microscópico das madeiras, porque seu objetivo era totalmente diverso: estas últimas, como vimos linhas atrás, foram dirigidas, praticamente, apenas para o lenho secundário das Coníferas e Dicotilédones, ao passo que aquelas abrangeram o lenho primário e secundário dos traqueófitos, principalmente dos que, na escala botânica, estão situados abaixo dos Angiospermas.

As observações efetuadas com intenção diversa nos setores vizinhos da anatomia do lenho conduziram, não obstante, a resultados que se completam magnificamente. Os primeiros frutos dessa síntese já apareceram sob a forma de teoria de natureza anatômica e alcance filogenético, como a do estelo. Também começam a surgir as classificações botânicas que consideram do mesmo ponto de vista todas as plantas conhecidas, atuais e extintas, dispondo-as num todo harmônico, de acordo com os ensinamentos colhidos na Paleofitologia. A última tentativa dessa índole devemos-la à TIPPO que a divulgou recentemente na *Crônica Botânica*. O *phyllum* das *Trachacophyta* (caracterizado essencialmente pela presença de lenho, cujos elementos principais se denominam traqueias e traqueídes) é aí dividido em quatro *subphylla*: *Psilopsida*, *Lycopside*, *Sphenopsida* e *Pteropsida*; dentre os caracteres que presidiram a esta subdivisão destacam-se, por mais ponderosos, os da estrutura lenhosa.

Antes de concluir, desejo referir-me a um aspecto menos conhecido da anatomia do lenho, o qual; por isso mesmo, oferece ampla perspectiva aos pesquisadores. Usadas, de ordinário, como matéria-prima, ou descobertas no seio das rochas, não têm sido as madeiras devidamente examinadas pelos estudiosos sob o ângulo biológico. Sua anatomia, até há pouco tempo, ressentia-se da falta de clareza de certas noções fundamentais, relativas sobretudo ao câmbio e aos primeiros, estádios da diferenciação dos elementos lenhosos. Não me parece necessário por em relêvo a importância dessas no-



ções básicas para a interpretação correta dos caracteres observados, bem como, para maior justeza dos conceitos e da própria terminologia.

Coube a BAILEY, através de pacientes estudos sôbre a citologia e o funcionamento do câmbio, lançar luz sôbre êsses recantos ainda obscuros da anatomia. Fazendo-o, contribuiu, ao mesmo tempo, para ampliar o conceito de meristema, trazendo ainda um contingente de fatos inteiramente novos para o acêrvo da citologia vegetal. Devemo-lhe, também, dados exatos sôbre a amplitude de variação do comprimento das iniciais do câmbio e, conseqüentemente, dos elementos adultos, tanto em função da sua posição vertical na árvore, como no tronco, relativamente à idade da camada a que pertence.

Além da citologia, foi beneficiada inegavelmente a fisiologia vegetal com êsses novos rumos da anatomia do lenho. Um fato único será citado como exemplo: o estudo anatômico do alburno comprovou que o tecido lenhoso secundário, por intermédio dos elementos do parênquima radial e longitudinal, desempenha a função do mais importante órgão de reserva na grande maioria de vegetais arbóreos.

Para as madeiras do Brasil, há principalmente que averiguar nesse setor da anatomia, os fatores que condicionam o aparecimento dos "anéis de crescimento", decorrentes da atividade rítmica peculiar do câmbio.

